

Research Article

Solapamiento trófico entre el lobo marino de un pelo *Otaria flavescens* y la pesquería de arrastre demersal del golfo San Matías, Patagonia, Argentina

**María Alejandra Romero¹, Silvana Dans², Raúl González¹, Guillermo Svendsen¹
Néstor García² & Enrique Crespo²**

¹Instituto Multidisciplinario de Investigación y Desarrollo de la Patagonia Norte (IDEPA)
CONICET/Universidad Nacional del Comahue, Güemes 1030, 8520
San Antonio Oeste-Río Negro, Argentina

²Centro Nacional Patagónico (CENPAT), CONICET/Universidad Nacional de la Patagonia
San Juan Bosco, Boulevard Brown 2915, 9120 Puerto Madryn-Chubut, Argentina

RESUMEN. A nivel internacional, paralelo a la declinación y al colapso de pesquerías de gran escala, surgió un interés creciente por el estudio de las interacciones entre mamíferos marinos y pesquerías. El golfo San Matías (Patagonia, Argentina) es considerado un ecosistema pesquero independiente de las aguas de la Plataforma Continental Argentina, con condiciones oceanográficas y biológicas particulares. La condición de sistema semi-cerrado podría generar escenarios particulares para la interacción entre la flota pesquera de arrastre de fondo y la población de lobos marinos de un pelo *Otaria flavescens*. En el presente trabajo se caracterizó la dieta del predador y la composición de las capturas pesqueras a fin de evaluar el solapamiento trófico entre ambos componentes. A partir de este análisis y la comparación de las tallas de las presas consumidas, se encontró que la posibilidad de una interacción competitiva entre la flota pesquera y los lobos marinos, a partir de la utilización de recursos similares, sería baja en el ecosistema del golfo San Matías.

Palabras clave: *Otaria flavescens*, lobo marino, golfo San Matías, pesquería de arrastre, solapamiento trófico, Patagonia argentina.

Trophic overlap between the South American sea lion *Otaria flavescens* and the demersal trawl fishery in San Matías Gulf, Patagonia, Argentina

ABSTRACT. As world fisheries began to decline and massive collapses were observed, the competition between marine mammals and fisheries became an issue of growing concern. San Matías Gulf (Patagonia, Argentina) is considered to be a fishery ecosystem independent of the Argentine Continental Shelf waters, with particular oceanographic and biological properties. As a semi-enclosed ecosystem, this gulf may generate particular scenarios for interactions between the demersal trawl fishery fleet and the population of South American sea lions *Otaria flavescens*. In this paper, the diet of the top predator and the composition of fishery catches were characterized in order to assess the trophic overlap between these two components. This analysis and a comparison of the sizes of prey consumed revealed a low probability of competition for similar resources between the fishing fleet and the marine mammals in the San Matías Gulf ecosystem.

Keywords: *Otaria flavescens*, sea lion, San Matías gulf, trawl fishery, trophic overlap, Patagonia, Argentina.

Corresponding author: María Alejandra Romero (aromero@ibmpas.org)

INTRODUCCIÓN

La dieta y los hábitos alimentarios de una especie determinan su ubicación dentro de una red trófica, y definen su rol ecológico (Pauly *et al.*, 1998a). En general, los mamíferos marinos están posicionados cerca o en la parte superior de la estructura trófica, y se considera que pueden tener un rol importante en el

funcionamiento de los ecosistemas (Bowen, 1997; Pauly *et al.*, 1998a). Durante las últimas décadas, se ha especulado que los efectos a largo plazo producto de la grave disminución en la abundancia de muchas poblaciones de mamíferos marinos, como consecuencia de impactos de origen antrópico (caza, contaminación de los ambientes, capturas incidentales), podrían haber afectado de modo

permanente a los ecosistemas marinos (Parsons, 1992; Pauly *et al.*, 1998b; Springer *et al.*, 2003).

Por otro lado, paralelo a la profundización de la crisis pesquera mundial, también se ha discutido acerca de los efectos que los mamíferos marinos podrían generar sobre la pesca, compitiendo directamente por los recursos disponibles (Butterworth *et al.*, 1988; Bowen, 1997). De forma simple, se pensaba que disminuyendo las poblaciones de mamíferos marinos, las capturas pesqueras se incrementarían en una proporción directa a lo consumido por los mamíferos, ahora disponible para la pesca (Yodzis, 1998). Esta interpretación fue utilizada para promover la reducción en el tamaño de algunas poblaciones de mamíferos marinos (Wickens *et al.*, 1992).

La controversia acerca de este argumento se centró en la pregunta básica sobre cuánto consumen realmente los mamíferos marinos y surgió la necesidad de estudiar el rol que cumplen en el ecosistema (Yodzis, 2001). Otro debate surgió a partir del reconocimiento que este simple esquema está incluido en una red trófica mucho más compleja de interacciones que pueden afectar los resultados (Lavigne, 1995), y en la cual los efectos de las interacciones indirectas propagados a través de la red trófica pueden ser más importantes que los efectos propios de las interacciones directas (Yodzis, 2000).

El estudio del rol ecológico de los mamíferos marinos y su grado de interacción con las pesquerías se convirtió en foco de interés de muchos estudios (Northridge, 1984, 1991; Bowen, 1997; De Master *et al.*, 2001; Koen-Alonso & Yodzis, 2005; Kaschner & Pauly, 2005; Dillingham *et al.*, 2006; Morissette *et al.*, 2006). Sin embargo, una evaluación dirigida a estudiar la competencia real entre las pesquerías y los mamíferos marinos es difícil de realizar, en parte debido al supuesto subyacente que para que exista competencia, la remoción de uno de los competidores debe resultar en un incremento mensurable en la disponibilidad de alimento para el otro componente (Cooke, 2002). Asimismo, el desarrollo de modelos suficientemente detallados para demostrar de forma inequívoca la existencia de una interacción competitiva, está en gran medida, limitado por la complejidad de las interacciones tróficas en los ecosistemas marinos y la dificultad para obtener datos fiables de cada uno de los componentes (Yodzis, 2000; Plagányi & Butterworth, 2002).

Consecuentemente, la mayor parte de los esfuerzos en investigación han apuntado a estudiar el grado de solapamiento trófico, es decir, la medida en que las especies de mamíferos marinos y la pesca hacen uso de los mismos recursos alimenticios. A pesar que los

índices de solapamiento trófico no miden directamente competencia, la similitud en la biología trófica entre los componentes involucrados puede ser un indicador de potenciales interacciones competitivas.

El golfo San Matías es considerado un ecosistema pesquero independiente de las aguas de la Plataforma Argentina, siendo administrado en forma autónoma por el gobierno de la Provincia de Río Negro-Argentina. Desde hace más de tres décadas se desarrolla una pesquería dirigida al complejo de especies demersales y demersal-pelágicas. De acuerdo a sus propiedades oceanográficas y biológicas, se ha sugerido que algunas de las especies forman unidades demográficas diferentes a las existentes en la Plataforma Continental Argentina, como es el caso de la merluza común *Merluccius hubbsi*, principal especie blanco de la pesquería (Di Giacomo *et al.*, 1993; Sardella & Timi, 2004; González *et al.*, 2007). Esta condición de sistema semi-cerrado del golfo San Matías podría generar escenarios particulares para la interacción entre la flota pesquera de arrastre demersal que opera en el golfo y algunos predadores tope del ecosistema.

A lo largo de la costa del golfo San Matías, se asientan durante todo el año numerosos apostaderos de lobos marinos de un pelo *Otaria flavescens*, aunque su número y localización exacta pueden variar estacionalmente (Grandi *et al.*, 2008). Estos apostaderos pertenecen a lo que se denomina la unidad funcional del Norte de Patagonia, la cual ha mostrado una tendencia positiva cercana al 6% anual (Dans *et al.*, 2004). Los apostaderos del golfo San Matías son algunos de los que han registrado las mayores tasas de incremento, tanto en el número total como en la producción de crías. Esta especie puede realizar viajes de alimentación extensos, especialmente los machos. Las hembras estarían más restringidas a alimentarse en áreas cercanas a la costa y a los lugares de cría (Koen-Alonso *et al.*, 2000), con lo cual se espera que preden con mayor regularidad dentro de las aguas del golfo.

En este contexto, el objetivo de este trabajo fue analizar en forma comparativa la dieta del lobo marino de un pelo y la composición de las capturas pesqueras de la flota de arrastre demersal. Este análisis abarcó tanto la comparación de las especies presa como las tallas consumidas/capturadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dieta del lobo marino de un pelo

La muestra consistió de un total de 34 estómagos colectados en el golfo San Matías entre 2006 y 2009

(Fig. 1). Los estómagos fueron obtenidos a partir de animales encontrados muertos en la costa y provenientes de capturas incidentales (Tabla 1). Las capturas fueron realizadas por barcos arrastreros de fondo dirigidos a la captura de merluza común.

Previo a la necropsia se registró la longitud estándar (LS, cm) de los individuos y se revisó externamente para constatar la presencia de heridas. Los estómagos una vez removidos fueron almacenados en bolsas de polietileno en frío (-20°C), para su posterior análisis. El tamaño corporal de los individuos varió entre 170 y 220 cm, con una edad entre 2 y 18 años (Grandi *et al.*, 2009).

Los contenidos estomacales fueron descongelados y lavados utilizando tamices secuenciales de diferentes tamaños de malla (de 0,5 a 10 mm). En el caso de encontrar presas intactas fueron inmediatamente identificadas, medidas y pesadas. Las partes diagnósticas remanentes (otolitos, huesos y picos de cefalópodos) fueron recuperadas y almacenadas en etanol 70%. Las presas fueron identificadas al nivel taxonómico más bajo posible, utilizando colecciones de referencia (colecciones depositadas en el CENPAT y en el IDEPA), y catálogos publicados (Menni *et al.*, 1984; Roper *et al.*, 1984; Clarke, 1986; Boschi *et al.*, 1992; Gosztanyi & Kuba, 1996; Boltovskoy, 1999; Volpedo & Echevarría, 2000; García-Godos, 2001).

El número total de peces consumidos por individuo fue determinado a partir del conteo de otolitos, discriminando en derechos, izquierdos y otolitos no asignados. El número mínimo de otolitos por especie fue obtenido como la suma del número mayor de otolitos identificados (ya sean izquierdos o derechos), más la mitad de los otolitos no identificados. El número de cefalópodos fue estimado a partir del máximo número de picos superiores o inferiores encontrados en cada estómago (Pierce & Boyle, 1991).

La longitud (LT, longitud total de los peces y LDM, longitud dorsal del manto de los cefalópodos, cm) y peso húmedo (g) de las presas al momento de la ingestión fue estimado a partir de las piezas duras remanentes, utilizando regresiones alométricas (Pineda *et al.*, 1996; Bassoi, 1997; Koen-Alonso *et al.*, 2000). A fin de minimizar la subestimación de los parámetros, sólo los otolitos y picos no dañados fueron medidos. Cuando en los estómagos se encontraron piezas digeridas o destruidas, las medidas de estos elementos fueron asignadas a partir de una muestra al azar de las piezas enteras y no digeridas de cada especie, encontradas dentro del mismo estómago (Koen-Alonso *et al.*, 1998).

La importancia relativa de las presas en la dieta fue evaluada mediante la frecuencia de ocurrencia (%FO), la dominancia numérica o porcentaje en número (%N), la dominancia en peso o porcentaje en peso (%W) y el índice de importancia relativa porcentual (%IRI). El IRI (Pinkas *et al.*, 1971; Cortés, 1997) es una medida comúnmente utilizada ya que provee un resumen de la composición de la dieta y se obtiene como:

$$IRI_i = (\%W_i + \%N_i) \% FO_i \quad (1)$$

Los índices fueron calculados por especie, por grupo zoológico (peces, moluscos y crustáceos) y por grupo ecológico. Los grupos ecológicos considerados fueron: pelágico, bentónico y demersal. Este último fue subdividido en demersal-pelágico (presas que tienen un patrón de migración diario, dispersándose en la columna de agua durante la noche y permaneciendo cerca del fondo durante las horas de luz) y demersal-bentónico (presas que no realizan migraciones verticales).

Para cuantificar la incertidumbre debida al muestreo, se generaron intervalos de confianza no paramétricos de 95% para los índices de porcentaje en número (%N) y porcentaje en peso (%W), mediante una técnica de remuestreo (*bootstrap*) (Efron, 1979). La rutina para ejecutar el *bootstrap* fue escrita en lenguaje de programación R. Las muestras al azar fueron extraídas con reemplazo, y el procedimiento fue repetido 1000 veces.

Composición de las capturas de la flota de arrastre demersal

Los datos sobre composición específica de las capturas y distribución de frecuencias de tallas de las especies capturadas fueron obtenidos de los informes periódicos del Programa de Observadores Pesqueros (POP) de la Provincia de Río Negro. Los observadores son embarcados desde los puertos de San Antonio Oeste y San Antonio Este, siguiendo un criterio de selección al azar de las embarcaciones. Típicamente, los viajes de pesca de la flota de arrastre tienen una duración promedio de 3 a 6 días, realizando entre 2 y 5 lances por día de pesca (duración del lance \approx 2-5 h). El esfuerzo de muestreo del POP, en relación a los desembarcos anuales de merluza común y el esfuerzo de pesca (medido en número de lances y horas efectivas de pesca), se indica en la Tabla 2.

El muestreo sobre la composición específica de las capturas consistió en la recolección de una muestra al azar de la captura (al menos 6 cajones de 40 kg cada uno), previo a la selección y descarte por parte de la tripulación. Posteriormente, la muestra fue clasificada y cuantificada por especie. Los observadores repitieron esta rutina en uno/dos lance/s de pesca por

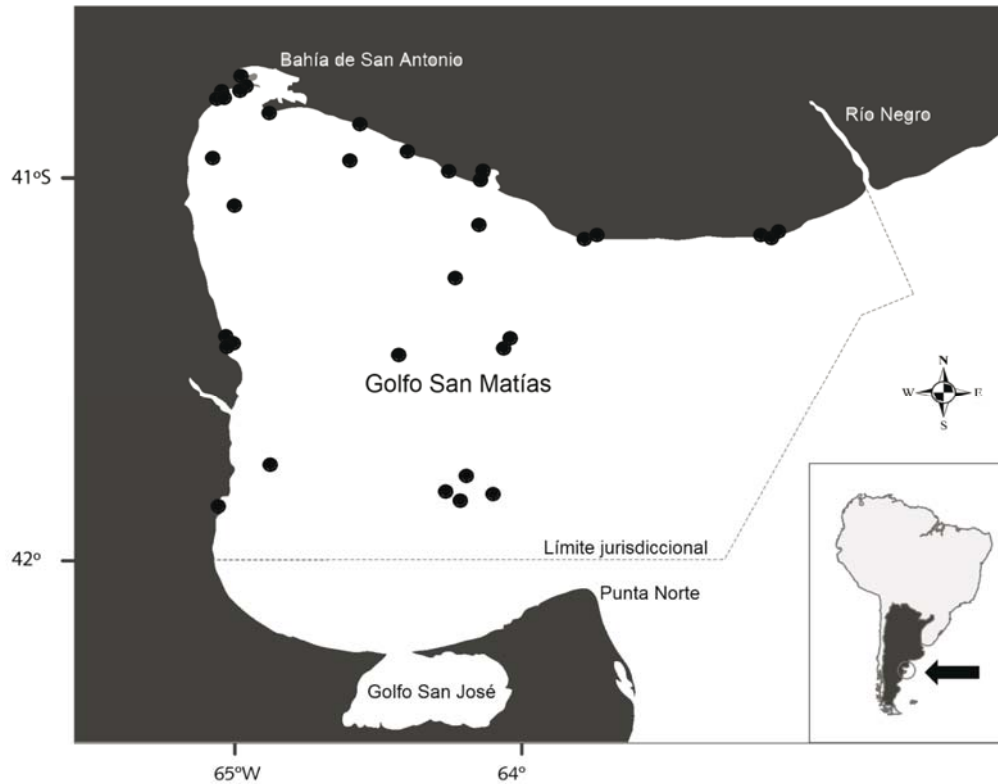


Figura 1. Área de estudio. Los círculos indican los lugares de varamientos o capturas incidentales de lobo marino de un pelo *Otaria flavescens*.

Figure 1. Area of study. The circles indicate South American sea lion *Otaria flavescens* sampling sites.

Tabla 1. Resumen de las muestras de lobo marino de un pelo *Otaria flavescens* consideradas para el estudio de dieta. En paréntesis se indica el número de estómagos vacíos.

Table 1. Summary of samples of South American sea lion *Otaria flavescens* considered for the study of the diet. The number of empty stomachs is shown in parenthesis.

	Machos		Hembras	
	Muerto en la costa	Captura incidental	Muerto en la costa	Captura incidental
2006	3 (2)	1	1	0
2007	2 (1)	7	10 (3)	0
2008*	3	1	1 (1)	3
2009	0	0	1 (1)	0

* se capturó incidentalmente un animal de sexo indeterminado

día. El conjunto de datos disponible para caracterizar la composición de las capturas abarcó el periodo 2006-2008. Así como en el caso del lobo marino de un pelo se consideró a cada estómago como unidad de muestreo, asumiendo que el contenido representa una ingesta diaria, en el caso de la pesquería se consideró a cada lance de pesca como unidad de muestreo. La importancia relativa de las diferentes especies capturadas fue calculada mediante la frecuencia de ocurrencia y el porcentaje en número. Los índices de

porcentaje en peso e importancia relativa (%*IRI*) no fueron utilizados al no disponer de los datos sobre el peso capturado por especie a nivel de lance.

Además, se analizaron las tallas consumidas por la pesquería para algunas especies en particular. Los observadores separaron una muestra al azar de entre 6 y 10 cajones de la captura total de merluza común, savorín *Seriotelella porosa* y calamar *Illex argentinus* (únicas especies muestreadas por el POP). Se registró

Tabla 2. Esfuerzo de muestreo anual del Programa de Observadores Pesqueros en función del número de lances, desembarque de merluza común y horas efectivas de pesca. Los totales de cada una de las variables fueron obtenidos de las estadísticas pesqueras recopiladas por la Dirección de Pesca (Millán, 2009).

Table 2. Annual sampling effort of the Fishery Observer Program in terms of the number of hauls, common hake landings and fishing effort. The totals of each variable were obtained from the fishery statistics compiled by the Dirección de Pesca (Millán, 2009).

Año	Total			Muestra			Porcentaje de cobertura		
	Lances (N°)	Desembarque (ton)	Esfuerzo (h)	Lances (N°)	Desembarque (ton)	Esfuerzo (h)	Lances (N°)	Desembarque (ton)	Esfuerzo (h)
2006	3097	4549,2	9561	167	276	534	5,39	6,08	5,59
2007	3612	7324,21	10874	130	281	393	3,6	3,83	3,61
2008	3871	7735,58	11777	85	209	260	2,2	2,7	2,21

el sexo y la talla (medido aproximando al centímetro inferior) de los peces (longitud total) y calamares (longitud dorsal del manto). Esta rutina se repitió en uno/dos lance/s de pesca por día. El periodo de muestreo se extendió entre 2006 y 2008. Los muestreos sobre composición específica de las capturas y distribución de frecuencias de tallas se realizaron en forma alternada a lo largo de cada jornada de pesca.

Análisis del solapamiento trófico

El análisis del solapamiento trófico entre el lobo marino de un pelo y la pesquería de arrastre demersal del golfo San Matías involucró el cálculo de dos índices de solapamiento: el índice de solapamiento general (*GO*) y el índice de solapamiento específico (*SO*) (Petraakis, 1979; Ludwig & Reynolds, 1988). Estos índices fueron elegidos porque tienen propiedades estadísticas que permiten poner a prueba la hipótesis nula de un solapamiento total (Petraitis 1979, 1985; Ludwig & Reynolds, 1988). Por otro lado, el *GO* es uno de los índices que presenta la menor cantidad de sesgos, ya sea debido a la variabilidad en la equitabilidad de los recursos o a variaciones en el tamaño muestral (Smith & Zaret, 1982).

El *GO* es un índice simétrico ($GO_{BA} = GO_{AB}$) que representa la probabilidad de que la curva de utilización de cada predador provenga de la curva de utilización común a todos ellos. A los efectos comparativos, el *GO* se ajusta para que varíe entre 0 y 1, obteniéndose un índice ajustado (GO_a) (Ludwig & Reynolds, 1988). El *GO* se define como:

$$GO = e^{\left(\frac{\sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^r n_{ij} (\ln c_j - \ln p_{ij})}{\sum_{i=1}^s N_i} \right)} \quad (2) \text{ siendo}$$

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^s n_{ij}}{\sum_{i=1}^s N_i} \quad \text{y}$$

$$p_{ij} = \frac{n_{ij}}{N_i}$$

Donde *s* es el número total de predadores, *r* es el número total de clases de recurso, *n_{ij}* es el número de ocurrencias de la presa *j* en el predador *i*, y *N_i* es la sumatoria de los *n_{ij}* en el predador *i*. La hipótesis nula de un solapamiento completo ($H_0: GO = 1$ versus $H_a: GO \neq 1$) se puso a prueba utilizando el estadístico *V*. Este estadístico se calcula como:

$$v = -2 \left(\sum_{i=1}^s N_i \right) \ln GO \quad (3)$$

el cuál sigue una distribución Chi-cuadrado con (s-1)(r-1) grados de libertad (Ludwig & Reynolds, 1988).

El *SO* es un índice asimétrico que evalúa la probabilidad de obtener la curva de utilización de un predador *i* a partir de la curva de utilización de un predador *m*. Se calcula como:

$$SO_{im} = e^{\left(\sum_{j=1}^r (p_{ij} \ln p_{mj}) - \sum_{j=1}^r (p_{ij} \ln p_{ij}) \right)} \quad (4)$$

donde *p_{mj}* se define para la presa *j* del predador *m*, de la misma forma que *p_{mj}* se define para la presa *j* del predador *i*. La hipótesis nula de un solapamiento específico completo ($H_0: SO_{im} = 1$ versus $H_a: SO_{im} \neq 1$) fue puesta a prueba utilizando el estadístico *U* (Ludwig & Reynolds, 1988). Este estadístico se calcula como:

$$U_{im} = -2N_i \ln SO_{im} \quad (5)$$

el cuál sigue una distribución Chi-cuadrado con (r-1) grados de libertad.

Los datos utilizados para el análisis de solapamiento trófico fueron la frecuencia de ocurrencia de aquellas especies con un %N > 1% en la muestra total, ya sea en la dieta del predador o en las capturas pesqueras.

La comparación de las tallas de las presas consumidas por el lobo marino de un pelo con las capturadas por la flota pesquera se basó en las tallas estimadas a partir de las regresiones alométricas y las muestreadas por los observadores pesqueros. Las diferencias estadísticas se evaluaron mediante la prueba *U* de Mann-Whitney.

RESULTADOS

Dieta del lobo marino de un pelo

Del total de estómagos colectados, 26 contuvieron restos de alimento. El estado de digestión de las presas fue mayor en los animales varados en las costas que en los capturados incidentalmente, en los cuales fue común encontrar presas recién ingeridas. Un total de 1.030 presas fueron recuperadas e identificadas a partir de las muestras, correspondiendo a una biomasa total estimada de 115,11 kg. El número medio (\pm error estándar, ES) de presas por estómago fue $39,6 \pm 11,43$; con un peso medio de $4,47 \pm 0,9$ kg. De acuerdo al origen de las muestras, el número medio de presas por estómago fue $58,06 \pm 15,83$ para animales capturados incidentalmente y $39,65 \pm 11,43$ para animales hallados muertos en las costas.

Veinticuatro especies presa fueron identificadas, correspondientes a tres grupos zoológicos: peces (15 especies), cefalópodos (6 especies) y crustáceos (3 especies) (Tabla 3). Los peces fueron el grupo más importante, con un %IRI de 93%; mientras que los moluscos sólo representaron el 6,95% de la dieta. En el caso de los crustáceos, no fue posible calcular el valor del %IRI debido a que no se pudo reconstruir el peso de las presas al momento del consumo.

El número medio de especies presa por estómago fue $3,46 \pm 0,46$. La merluza común fue la presa más importante, con un %IRI de 55,42%, representando el 39,67% en número y el 37,09% en peso del total de presas consumidas. La raneya *Raneya brasiliensis* y el savorín también fueron presas significativas en la dieta del lobo marino de un pelo, con un %IRI de 15,14% y 9,57% respectivamente. Además, seis especies presa (pampanito *Stromateus brasiliensis*, abadejo *Genypterus blacodes*, anchoíta *Engraulis anchoita*, calamar *Illex argentinus*, pulpo colorado *Enteroctopus megalocyathus*) tuvieron un %IRI entre 1 y 5%,

constituyendo ítemes frecuentes en la dieta del predador.

Con referencia a los grupos ecológicos, el mayor componente correspondió a presas de hábitos demersal-pelágicos (Fig. 2), aunque la frecuencia de ocurrencia de las presas demersal-bentónicas y bentónicas fueron igualmente altas. La merluza, el savorín, el pampanito y el calamar fueron las principales especies de hábitos demersal-pelágicos. La alta frecuencia de ocurrencia del grupo demersal-bentónico se atribuyó a la presencia de la raneya y el abadejo; mientras que el componente bentónico estuvo dado por el aporte de varias especies.

La LT media de los peces consumidos por el lobo marino de un pelo presentó un rango de 6,85 a 65,21 cm. El rango de LDM de los cefalópodos presa fue estimado entre 5,13 y 30,80 cm. Considerando todas las especies presa, la longitud total estimada varió entre 5,13 y 65,21 cm y la biomasa reconstruida entre 0,34 y 3444,27 g.

La distribución de frecuencias de tallas fue unimodal para la merluza, raneya y savorín (Figs. 3 y 4). La merluza fue la presa que presentó el rango de tallas consumidas más amplio, aunque prevalecieron las tallas pequeñas, con una moda en 21 cm (Fig. 3). Aproximadamente el 90% de las merluzas ingeridas tuvieron una talla menor a 35 cm, correspondientes a individuos juveniles menores de 3 años (Ocampo-Reinaldo, 2010). El peso medio (\pm DS) de la merluza fue $104,4 \pm 133,29$ g.

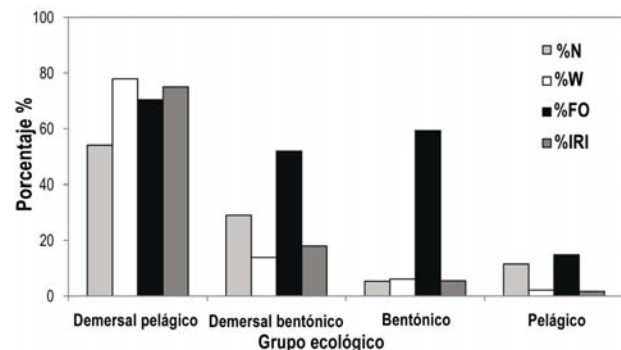


Figura 2. Composición de la dieta *Otaria flavescens* en el golfo San Matías de acuerdo al grupo ecológico de las presas. %N: porcentaje en número, %W: porcentaje en peso, %FO: frecuencia de ocurrencia, %IRI: índice de importancia relativa porcentual.

Figure 2. Diet composition of *Otaria flavescens* in the San Matías gulf based on the ecological group of prey. %N: percentage by number; %W: percentage by regression-estimated wet weight; %FO: percent frequency of occurrence; %IRI: percent of Index of Relative Importance.

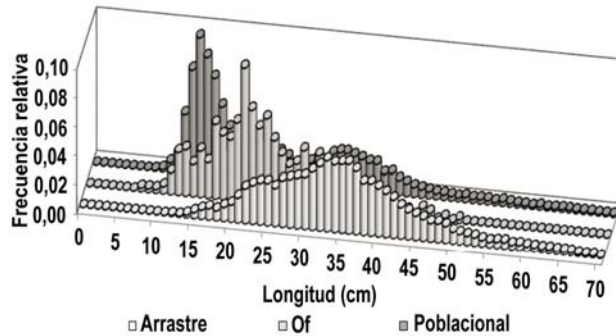


Figura 3. Distribución de frecuencias de tallas de merluza común *Merluccius hubbsi* consumida por *Otaria flavescens*, capturada por la flota de arrastre de fondo y palangre que operan en el golfo San Matías. La estructura poblacional fue obtenida de la campaña de prospección de los recursos demersales del golfo 2007 (REDE07, Ocampo-Reinaldo *et al.*, 2008).

Figure 3. Length-frequency distribution of common hake *Merluccius hubbsi* consumed by *Otaria flavescens*, caught by the trawl demersal fleet in the San Matías gulf. The population structure was obtained from a trawl demersal survey carried out in 2007 (REDE07, Ocampo-Reinaldo *et al.*, 2008).

La longitud promedio de las raneyas fue $15,54 \pm 3,37$ cm, con un peso medio de $20,2 \pm 13,06$ g. La moda de la distribución de frecuencias de tallas se ubicó en 17 cm. En el caso del savorín, la moda se ubicó en 37 cm, con una talla media de $37,73 \pm 4,23$ cm y un peso medio de $551,78 \pm 170,07$ g (Fig. 4). Según el patrón de maduración sexual de la especie, las tallas de savorín consumidas corresponden a individuos adultos (Perier & Di Giacomo, 2002).

Composición de las capturas de la flota de arrastre demersal

Para evaluar la composición de las capturas de la flota de arrastre de fondo que opera en el golfo San Matías se analizó un total de 114 lances de pesca. Se identificaron 33 especies en las capturas (Tabla 3), sin embargo algunos individuos no pudieron ser identificados a nivel de especie y fueron agrupados según su proximidad taxonómica (por ejemplo los lenguados y rayas). Los peces fueron el componente en número más importante de la captura, con 30 grupos taxonómicos identificados, seguido por moluscos (%N = 1,67%) y crustáceos (%N = 0,11). También se identificaron otras especies de moluscos, anélidos, tunicados y cnidarios, pero con una frecuencia de ocurrencia y un %N muy bajo.

La merluza, especie blanco de la pesquería, fue la principal especie capturada, con una %FO = 99%, y representó el 72% del número total capturado (Tabla 3). El grupo “lenguados”, conformado por varias

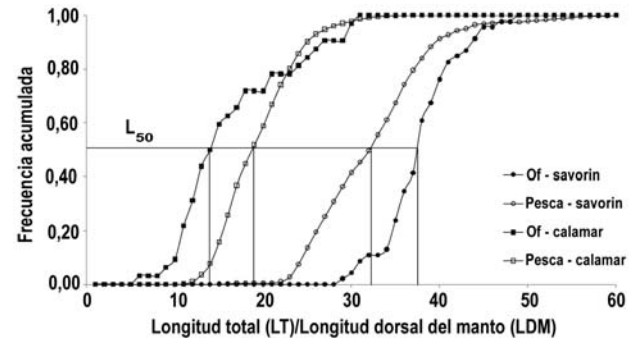


Figura 4. Curvas de selectividad de las tallas de savorín *Seriolella porosa* y calamar *Illex argentinus* consumidos por *Otaria flavescens* (Of), capturado por la flota de arrastre de fondo que opera en el golfo San Matías (datos obtenidos a partir de los registros del Programa de Observadores Pesqueros).

Figure 4. Size selectivity curves of silver warehou *Seriolella porosa* and squid *Illex argentinus* preyed by *Otaria flavescens* (Of), caught by the trawl demersal fleet in the San Matías gulf (data obtained from the Fishery Observer Program).

especies (entre ellas *Paralichthys isosceles*, *Xistreuris rasile* y *Paralichthys patagonicus*), estuvo presente en el 98,24% de los lances muestreados y representó el 5,98% en número de la captura. Del total de grupos taxonómicos identificados sólo 10 tuvieron un %N mayor al 1%. Los restantes grupos fueron poco importante respecto del número de individuos capturados, aunque algunos tuvieron una alta frecuencia de ocurrencia.

La distribución de frecuencias de tallas de la captura de merluza fue unimodal, con una moda en 28 cm en 2006 y 33 cm en 2007 (Fig. 3). El rango de tallas de savorín varió entre 14 y 61 cm, pero la mayoría de las capturas se registraron entre los 24 y 40 cm (Fig. 4). La distribución de frecuencias de tallas de calamar presentó un rango de 10 a 36 cm, con una moda en 17 cm (Fig. 4). Crespi (2010) estimó la talla de primera madurez para esta especie en el golfo San Matías y encontró que para el grupo desovante de verano fue 13,92 y 18,92 cm para los machos y hembras respectivamente; mientras que para los individuos capturados el resto del año fue 21,15 cm para machos y 26,91 cm para hembras. De esta forma, la flota pesquera de arrastre captura tanto individuos juveniles como adultos, de acuerdo a la época del año.

Análisis del solapamiento trófico

A partir de la caracterización de la dieta de *Otaria flavescens* y de la composición de las capturas pesqueras se identificaron más de 60 especies presa, correspondientes a peces cartilaginosos, teleósteos e

Tabla 3. Composición de la dieta de *Otaria flavescens* y de las capturas pesqueras de la flota de arrastre de fondo en el golfo San Matías. GE: grupo ecológico, B: bentónico, DB: demersal-bentónico, DP: demersal-pelágico, P: pelágico, NA: no asignado, %FO: frecuencia de ocurrencia, %N: porcentaje en número, %W: porcentaje en peso, %IRI: índice de importancia relativa porcentual, N: número de presas, IC: intervalo de confianza.

Table 3. Diet composition of *Otaria flavescens* and composition of the catches of the trawl demersal fishery in the San Matías gulf. GE: ecologic group, B: benthic, DB: demersal-benthic, DP: demersal-pelagic, P: pelagic, NA: not assigned, %FO: percent frequency of occurrence, %N: percentage by number, %W: percentage by regression-estimated wet weight, %IRI: percent of Relative Importance, N: number of prey items; CI: confidence intervals.

Presa	Lobo marino de un pelo												
	Composición en número					Composición en peso							
	GE	%FO	%N	IC	N	%W	IC	%IRI	N	%FO	%N	IC	N
Peces													
<i>Merluccius hubbsi</i>	DP	81,48	92,63	14,38-70,38	93	90,19	17,25-59,85	55,42	409	99,12	97,41	67,77-76,20	40733
<i>Raneya brasiliensis</i>	DB	44,44	39,67	1,52-55,26	15,14	4,79	0,08-16,92	0,88	275	0,88	0	0,00-0,01	2
<i>Seriolella porosa</i>	DP	29,63	26,67	1,11-13,04	9,57	22,05	7,53-44,35	4,87	46	33,33	4,30	2,15-7,01	2423
<i>Stromateus brasiliensis</i>	DP	22,22	4,46	0,34-13,56	4,87	12,41	0,46-32,04	3,98	39	61,40	4,11	2,80-6,06	2317
<i>Genypterus blacodes</i>	DB	18,52	3,78	0,50-6,50	3,98	8,89	2,47-21,53	3,01	22	45,61	0,26	0,19-0,35	149
<i>Engraulis anchoita</i>	P	22,22	10,57	0,29-28,43	3,01	1,93	0,02-6,96	0,82	109	19,30	2,07	0,81-3,81	1165
<i>Porichthys porosissimus</i>	B	22,22	1,84	0,69-4,03	0,82	0,42	0,14-1,02	0,22	19	20,18	0,10	0,06-0,16	57
<i>Macrurus magellanicus</i>	DP	7,41	0,48	0,00-1,88	0,22	1,34	0,00-4,64	0,07	5	38,60	1,97	0,99-3,44	1111
<i>Xystreus rasile</i>	B	7,41	0,39	0,00-1,57	0,07	0,21	0,00-0,65	0,07	4				
<i>Trachurus picturatus</i>	P	3,70	0,87	0,00-2,25	0,07	0,23	0,00-0,89	0,06	9				
<i>Prionotus nudigula</i>	B	7,41	0,29	0,00-0,89	0,06	0,24	0,00-0,95	0,05	3	42,11	1,35	0,85-2,08	758
<i>Paralichthys patagonicus</i>	B	7,41	0,29	0,00-1,07	0,05	0,11	0,00-0,50	0,03	3				
<i>Cynoscion guatucupa</i>	DB	3,70	0,29	0,00-1,48	0,03	0,14	0,00-0,53	0,03	3				
<i>Psammobatis lentiginosa</i>	B	3,70	0,10	0,00-0,50	0,03	0,33	0,00-1,22	0,03	1				
<i>Paralichthys isosceles</i>	B	3,70	0,58	0,00-2,68					6				
Lenguados	B												
Rayas	DB									98,25	5,99	5,16-6,88	3373
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	DB									79,82	1,16	0,95-1,42	651
<i>Acanthistius brasilianus</i>	DB									71,05	1,74	1,21-2,45	978
<i>Mustelus schmitti</i>	DB									48,25	0,53	0,31-0,92	296
<i>Parona signata</i>	P									23,68	0,28	0,15-0,45	158
<i>Sebastes oculatus</i>	DB									29,82	0,26	0,17-0,40	149
<i>Congiopodus peruvianus</i>	DB									5,26	0,26	0,02-0,92	145
<i>Pseudoperca semifasciata</i>	DB									26,32	0,18	0,10-0,30	101
	DB									34,21	0,13	0,09-0,18	75

Presa	Lobo marino de un pelo														
	Composición en número					Composición en peso					Pesquería de arrastre				
	GE	%FO	%N	IC	N	%W	IC	%IRI	N	%FO	%N	IC	N		
<i>Cheilodactylus bergi</i>	DB									4,39	0,10	0,01-0,33	56		
<i>Percophis brasiliensis</i>	DB									20,18	0,08	0,05-0,12	37		
<i>Salilota australis</i>	DB									7,02	0,07	0,04-0,10	35		
<i>Squatina guggenheim</i>	DB									15,79	0,06	0,02-0,15	22		
<i>Mullus argentinus</i>	DB									5,26	0,04	0,02-0,06	22		
<i>Pagrus pagrus</i>	DP									3,51	0,04	0,01-0,09	21		
<i>Dules auriga</i>	DB									3,51	0,04	0,01-0,11	16		
<i>Galeorhinus galeus</i>	DP									6,14	0,03	0,00-0,08	15		
<i>Micropogonias furnieri</i>	DB									1,75	0,03	0,01-0,06	12		
<i>Squalus acanthias</i>	DP									3,51	0,02	0,00-0,06	6		
<i>Mityobatis</i> spp.	DB									4,39	0,01	0,00-0,03	5		
<i>Notorhynchus cepedianus</i>	DB									0,88	0,01	0,00-0,02	2		
Pez no indentificado	NA	11,11	0,10	0,00-0,48									1		
Moluscos		66,67	6,89			9,81		6,95	71		1,67				
<i>Illex argentinus</i>	DP	37,04	3,39	1,08-7,65		4,27	1,46-9,44	4,61	35		1,41	1,10-1,74	794		
<i>Loligo sanpaulensis</i>	DP	14,81	1,26	0,13-3,69		0,55	0,09-1,55	0,44	13		0,26	0,15-0,39	145		
<i>Loligo gahi</i>	DP	11,11	0,87	0,00-3,45		0,21	0,03-0,34	0,20	9						
<i>Enteroctopus megalocyathus</i>	B	14,81	0,68	0,06-2,91		4,57	0,34-13,30	1,26	7		0,01	0,00-0,02	4		
<i>Eledone massyae</i>	B	11,11	0,39	0,00-1,23		0,12	0,00-0,47	0,09	4						
<i>Octopus tehuelchus</i>	B	7,41	0,29	0,00-0,93		0,09	0,00-0,34	0,05	3						
Crustáceos		18,52	0,48						5		0,11				
<i>Tumidotheres maculatus</i>	B	7,41	0,19	0,00-1,57					2						
<i>Pterygosquilla armata armata</i>	B	3,70	0,10	0,00-0,40					1						
Cangrejo	B	3,70	0,10	0,00-0,51					1		26,32	0	63		
<i>Eucopia</i> sp.	DP	3,70	0,10	0,00-0,54					1						
<i>Pleoticus muelleri</i>	DP										3,51	0	4		
									1030				55900		

invertebrados. Sin embargo, sólo 14 grupos taxonómicos tuvieron un $\%N > 1\%$ en la dieta del predador o en las capturas de la flota de arrastre, teniendo en cuenta que el grupo rayas y grupo lenguados podrían abarcar a más de una especie (Tabla 3).

El índice de solapamiento general indicó que las curvas de utilización de *O. flavescens* y de las capturas pesqueras difirieron significativamente de la curva de utilización común a ambos componentes (Tabla 4). Asimismo, mediante el análisis de solapamiento específico se encontró que los solapamientos de a pares fueron significativamente diferentes al solapamiento total. Esto significa que la curva de utilización de los recursos de cada uno de los consumidores no puede obtenerse a partir de la curva de utilización de ninguno de los demás consumidores (ya sea el predador o la flota pesquera).

El test estadístico asociado a este tipo de pruebas sólo pone a prueba la hipótesis que el solapamiento general o específico sea igual a 1. Cuando esta hipótesis se rechaza, el resultado indica que existen evidencias estadísticamente significativas para asegurar que el solapamiento es distinto de 1. No obstante, el valor del índice podría ser igualmente alto. En el caso de estudio, el índice de solapamiento general ajustado (GO_a) fue 0,65, mientras que los valores de las comparaciones de a pares (SO_{ik}) fueron muy inferiores a este valor. Sin embargo, cuando se analizó el solapamiento específico de la flota pesquera de arrastre sobre los lobos marinos (Tabla 4), se encontró un mayor valor del SO_{ik} que en sentido inverso.

Del total de especies utilizadas para realizar el análisis de solapamiento trófico, se seleccionaron aquellas presas que fueron importantes y comunes para ambos grupos a fin de realizar la comparación de las tallas consumidas. Estas especies fueron merluza, savorín y calamar. El pampanito fue otro recurso importante para ambos consumidores, sin embargo esta especie no pudo ser incluida en el análisis al no disponer de sus datos pesqueros.

La comparación de las tallas de merluza consumidas/capturadas indicó diferencias altamente significativas ($U = 2063024$, $P < 0,0001$). La flota de arrastre capturó tallas más grandes que aquellas consumidas por *O. flavescens*. Una comparación interesante surge al incluir a las series de datos sobre las capturas pesqueras y el consumo del predador, la estructura de tallas estimada para el efectivo pesquero de merluza en el golfo San Matías (Fig. 3). Estos datos fueron obtenidos del informe de la campaña de prospección de recursos demersales realizada en 2007 (Ocampo-Reinaldo *et al.*, 2008). La distribución de frecuencias de tallas de la subpoblación de merluza fue bimodal, con modas en 14 y 33 cm. Las clases de tallas más abundantes (medido en número de individuos) fueron juveniles de 1 y 2 años de edad (Ocampo-Reinaldo, 2010). La distribución de frecuencias de tallas de las merluzas consumidas fue la más cercana a la estimada para el *stock* del golfo, con una moda en 21 cm. La pesca de arrastre centró su esfuerzo de captura sobre la moda superior de la subpoblación de merluza.

Tabla 4. Solapamiento trófico entre *Otaria flavescens* y la flota pesquera de arrastre de fondo que opera en el golfo San Matías. GO : índice de solapamiento general, GO_a : índice de solapamiento general ajustado, V : valor del estadístico para poner a prueba la hipótesis nula de $GO = 1$, gl : grados de libertad, P : probabilidad del estadístico, SO_{ik} : índice de solapamiento específico del grupo i sobre el grupos k , U : valor del estadístico para poner a prueba la hipótesis nula de $SO_{ik} = 1$.

Table 4. Diet overlap analyses between *Otaria flavescens* and trawl demersal fishery that operates in the San Matías gulf. GO : general overlap index, GO_a : adjusted general overlap index, V : the statistic to test the null hypothesis that $GO = 1$, df : degrees of freedom, P : probability of the statistic, SO_{ik} : specific overlap of group i onto group k , U : statistic to test the null hypothesis that $SO_{ik} = 1$.

Índice de solapamiento general					
	GO	GO_a	V	gl	P
	0,97	0,65	3323,14	14	< 0,001
Índice de solapamiento específico					
i	k	SO_{ik}	U	gl	P
Lobo marino	Pesca arrastre	0,0004	15365,87	14	< 0,001
Pesca arrastre	Lobo marino	0,3566	111978,29	14	< 0,001

En el caso del savorín, los lobos consumieron tallas significativamente más grandes ($U = 72876$, $P < 0,0001$) que aquellas capturadas por la flota pesquera de arrastre. Estos resultados fueron opuestos a lo encontrado para el calamar, dado que las tallas capturadas por la flota fueron significativamente mayores ($U = 4583$, $P < 0,0001$) a las consumidas por *O. flavescens*.

DISCUSIÓN

El estudio del solapamiento trófico entre predadores tope y pesquerías, representa una primera aproximación para evaluar el grado de potencial competencia consuntiva que se puede generar producto de la intervención humana en los ecosistemas marinos. Particularmente, en el golfo San Matías se disponía de buena información sobre los desembarcos, distribución espacial, abundancia y aspectos biológicos de las mayoría de los peces demersales (González *et al.*, 2004), aunque se desconocía casi por completo las relaciones tróficas entre los eslabones superiores, y entre éstos y las pesquerías. El presente análisis constituye la primera evaluación global de las interacciones tróficas entre la principal especie de mamífero marino del golfo y la pesquería de especies demersales.

El análisis de la dieta del predador mostró a *O. flavescens* como un predador generalista, consumiendo una amplia variedad de recursos. No obstante, el número de presas con importancia relativamente alta en la dieta fue bajo. El 80% de la dieta (%IRI) estuvo determinado por el aporte de merluza, savorín y raneya. A su vez, se lo definió como un predador de hábitos mixtos, ya que se alimentó tanto de presas asociadas a la columna de agua como al fondo, y utilizaría los recursos de acuerdo a su disponibilidad en el ambiente. Aunque en este estudio debido a las características de las muestra (tamaño y procedencia de las muestras) no fue posible analizar la dieta según el sexo del predador, Koen-Alonso *et al.* (2000) señaló que el marcado dimorfismo de esta especie podría generar restricciones en sus comportamientos de alimentación, lo que llevaría a las hembras a alimentarse en aguas más costeras y someras que los machos. Por lo tanto, machos y hembras de esta especie pueden ser considerados como especies tróficas distintas y podrían tener una interacción diferente con la pesquería.

En las capturas de la flota de arrastre se identificó un número elevado de especies (33 especies), que incluyeron invertebrados, peces cartilaginosos y teleosteos, aunque la mayoría registró una baja

representatividad en número. La merluza, especie blanco de la pesquería, dominó ampliamente las capturas. De acuerdo a los hábitos alimenticios de las especies capturadas, la flota pesquera sería equivalente a un predador tope natural del ecosistema. No obstante, la pesquería podría considerarse como “un predador no eficiente”, ya que parte de los recursos explotados son descartados e ingresan nuevamente al sistema como detritos o son aprovechados por otros predadores que se comportan como comensales oportunistas.

Aunque muchos de los recursos utilizados fueron comunes a ambos consumidores, el análisis de solapamiento trófico y la comparación de las tallas consumidas indicaron que, a pesar de aprovechar recursos similares, lo harían de forma diferente. El principal recurso para ambos componentes fue la merluza común, sin embargo la pesca centró su esfuerzo de captura sobre tallas más grandes que aquellas consumidas por los lobos, indicando una separación en el uso del recurso. Al mismo tiempo, el mayor valor obtenido al analizar el solapamiento específico de la flota pesquera de arrastre sobre los lobos marinos sugeriría que éstos tienen un nicho trófico más amplio que la pesquería. Estas diferencias podrían asociarse a los dominios del ambiente donde consumen/capturan a las presas y a restricciones propias de cada consumidor.

O. flavescens estaría limitado tanto física (tamaño del predador) como ecológicamente (la presencia de la cría en tierra), lo que acotaría su rango de acción y espectro de presas disponible. Además, estas diferencias y restricciones tienden a separar los nichos tróficos de las especies, disminuyendo la posibilidad real de una competencia intra e interespecífica. La pesquería también tiene ciertas restricciones respecto a su rango de acción, ya sean de índole interna (limitaciones en la capacidad de la bodega, poder de pesca, selectividad de la red o posibilidad de operar sobre ciertos sustratos) o externa (restricciones impuestas por el manejo pesquero o el mercado), que determinan la forma en la que utiliza cada recurso.

En términos generales, el escaso solapamiento trófico entre la flota pesquera de arrastre del golfo y el lobo marino, y la diferencia en las tallas de las presas, sugirieron que la posibilidad de potenciales efectos competitivos a partir de la utilización de recursos similares podría ser baja en el ecosistema del golfo San Matías. Estos resultados son equivalentes a lo observado en el litoral patagónico de la Plataforma Continental Argentina, donde se encontró una baja probabilidad de competencia por los recursos entre la pesquería de merluza y varias especies de predadores tope, entre los que se incluyen mamíferos marinos y elasmobranquios (Dans *et al.*, 2003).

Sin embargo, el uso de recursos similares pero con diferencias espacio-temporales o en un rango de tallas distinto no necesariamente mitiga la intensidad de la interacción (Harwood, 1987). El análisis previo sólo considera los efectos indirectos más obvios, como la competencia consuntiva (una sola especie intermediaria, la presa), pero descarta los efectos producidos a través de las conexiones de mayor longitud (más de una especie intermediaria) presentes en la red trófica (Yodzis, 2000).

Más aún, el análisis de solapamiento trófico implica una visión estática de las interacciones. En un sistema donde la pesca estaría regulada a corto plazo por los patrones biológicos y oceanográficos que ocurren en el golfo San Matías (Romero *et al.*, 2008a), es esperable que la dinámica de las interacciones que se dan en el ecosistema cambie estacional y espacialmente. A largo plazo es aún más probable que se generen modificaciones en la forma en que interactúan los componentes del sistema, donde típicamente el nivel de intervención humana varía en el tiempo. En un análisis retrospectivo, se encontró que la actividad pesquera en el golfo San Matías ha estado históricamente determinada por las fluctuaciones en las condiciones de mercado (Romero *et al.*, 2008b), y esto podría haber conducido a diferentes escenarios de interacción, principalmente con aquellos predadores con vínculo más directo.

O. flavescens es la principal especie de mamífero marino que depende del recurso merluza en el ecosistema patagónico. Analizando específicamente la relación entre lobos y pesca se podría dar una dinámica ambigua, pero no mutuamente excluyente, que modifique el resultado de la interacción en función de la historia y evolución del sistema.

Por un lado, se podría suponer que la población de lobo marino se vería afectada negativamente por la actividad pesquera, tanto por las interacciones operacionales (captura incidental) como ecológicas (competencia). El hecho que en la actualidad, los estimadores de estas interacciones (la captura incidental por lance y el solapamiento trófico) señalen una baja intensidad para el ecosistema del golfo San Matías, no implica que en el mediano plazo se puedan producir modificaciones.

Además, podría darse una relación de comensalismo por los lobos. La pesca, desde sus inicios, podría haber subsidiado parcialmente a la población de lobo marino en el golfo, facilitando a través del descarte y la reducción del canibalismo (por remoción de adultos), la disponibilidad de juveniles de merluza. Algunos aspectos de este tipo de dinámica entre la pesca de especies demersales, lobo marino y merluza, ya fue sugerido por Koen-Alonso & Yodzis (2005) y

Drago *et al.* (2009) para la Plataforma Continental Argentina.

En el escenario actual del ecosistema del golfo San Matías se encuentra una población de *O. flavescens* en crecimiento, con una tasa anual de incremento de 5,7% (Dans *et al.*, 2004). La pesquería de especies demersales del golfo registró, durante los últimos años, una expansión en su nivel de actividad, con rendimientos consecutivamente superiores, y una tendencia hacia la diversificación de los desembarques (Romero *et al.*, 2008b). Paralelamente, el descarte de merluza también mostró un incremento durante el periodo 1995-2008 (Romero *et al.*, 2010).

Respecto del estado del recurso, estimaciones recientes sugirieron que el efectivo pesquero de merluza del golfo parece encontrarse en buen estado de conservación, manteniendo una estructura demográfica equilibrada (Ocampo-Reinaldo, 2010). Las proyecciones de diferentes escenarios pesqueros, bajo un régimen de análisis monoespecífico, demostraron que duplicando y cuadruplicando la mortalidad por pesca, se producirían cambios negativos en la abundancia y estructura etaria de la población (Ocampo-Reinaldo, 2010). Esta situación hipotética para el golfo es similar a la observada durante las últimas décadas en los dos efectivos pesqueros de merluza de la Plataforma Continental Argentina, los cuales fueron declarados en emergencia pesquera en 1999 (Boletín Oficial de la República Argentina, Decreto 189/1999).

Sí a estas proyecciones se le incorpora el efecto de las relaciones tróficas y la propagación a lo largo de la red, los resultados pueden ser inesperados. Las tendencias de los componentes de una comunidad ante distintos escenarios (perturbaciones) están caracterizadas por altos niveles de incertidumbre (Yodzis, 1988). Esto implica que tanto la magnitud como el sentido de los cambios pueden contradecir lo esperado *a priori*. Los modelos multiespecíficos permiten estudiar dinámicamente los cambios y sus impactos sobre las diferentes especies involucradas, mientras que en un enfoque uniespecífico se asumen constantes. El desarrollo de modelos multiespecíficos es especialmente importante para el ecosistema del golfo San Matías, donde pareciera que aún se encuentran efectivos pesqueros en buen estado de conservación, acompañado de una actividad pesquera en expansión y un crecimiento en el tamaño de las poblaciones de mamíferos marinos.

CONCLUSIONES

El golfo San Matías es considerado un ecosistema pesquero semi-cerrado, incluso algunas especies de

peces forman sub-poblaciones independientes de las existentes en las aguas de la Plataforma Continental Argentina. Esta condición podría generar escenarios particulares para la interacción entre las colonias de lobo marino de un pelo y la principal flota pesquera que opera en el golfo. Sin embargo, mediante el análisis de solapamiento trófico y la comparación de las tallas consumidas se encontró una baja interacción entre ambos consumidores (considerando a la flota pesquera de arrastre como un predador), sugiriendo que la posibilidad de potenciales efectos competitivos a partir de la utilización de recursos similares podría ser baja en el golfo San Matías. Estos resultados representan la primera evaluación global de las interacciones ecológicas entre mamíferos marinos y pesquerías en el golfo, y son equivalentes a lo registrado para la Plataforma Continental Argentina.

O. flavescens fue identificado como un predador generalista, siendo la merluza común la presa más importante. En las capturas de la flota pesquera de arrastre se registró un número elevado de especies, aunque la merluza común dominó ampliamente las capturas. La pesquería fue considerada equivalente a un predador natural del sistema, a pesar de un aprovechamiento "no eficiente" de los recursos ya que parte son devueltos al mar como descarte.

Los estudios de solapamiento trófico representan una primera aproximación para estudiar la competencia entre dos consumidores, y son útiles cuando no se dispone de información suficiente para llevar adelante una evaluación directa acerca de la competencia. Por esta razón, a pesar que el análisis de solapamiento señaló una baja interacción trófica entre *O. flavescens* y la pesquería de arrastre demersal en el golfo San Matías, es fundamental avanzar en el estudio de las relaciones tróficas que se dan en un ecosistema donde aún parecen encontrarse efectivos pesqueros en buen estado de conservación y donde las poblaciones de lobos marinos se están recuperando. El énfasis debería centrarse en la tríada más importante identificada en este estudio: el lobo marino de un pelo, la pesquería de arrastre y la merluza común, mediante la construcción de modelos multiespecíficos.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado a cabo gracias al soporte logístico del Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET) y el Instituto de Biología Marina y Pesquera Almirante Storni (IBMPAS). Los autores agradecen a las siguientes entidades que financiaron el estudio: GEF/PNUD, Fundación BBVA (BIOCON 04), CIUNPAT, Agencia Argentina para la Promoción

de la Ciencia y la Tecnología (ANPCyT), Proyecto PID371, Cetacean Society International, y al Centro para la Conservación Marina, en nombre del Grupo de Especialistas en Cetáceos (IUCN). También se agradece a Paul Osovnikar, al Programa de Observadores a Bordo y a la Dirección de Pesca de la Provincia de Río Negro por el aporte de información.

REFERENCIAS

- Bassoi, M. 1997. Avaliação da dieta alimentar de toninhas, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844), capturadas acidentalmente na pesca costeira de emalhe, no sul do Rio Grande do Sul. Tesis de Grado, Universidad de Río Grande, 68 pp.
- Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, 1706 pp.
- Boschi, E.E., C.E. Fischbach & M.I. Iorio. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. Frente Marit., 10: 7-94.
- Bowen, W.D. 1997. Role of marine mammals in aquatic ecosystems. Mar. Ecol. Prog. Ser., 158: 267-274.
- Butterworth, D.S., D.C. Duffy, P.B. Best & M.O. Bergh. 1988. On the scientific basis for reducing the South African fur seal population. S. Afr. J. Sci., 84: 179-88.
- Clarke, M.R. 1986. Cephalopods in the diet of odontocetes. In: M.M. Bryden & R. Harrison (eds.). Research on dolphins. Oxford University Press, Oxford, pp. 281-321.
- Cooke, J.G. 2002. Some aspects of the modelling of effects of changing cetacean abundance on fishery yields. International whaling commission-modelling workshop on cetacean. Fish. Competition (SC/J02/FW10), 28 pp.
- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54: 726-738.
- Crespi, A.C. 2010. La historia de vida de *Illex argentinus* en el golfo San Matías. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Comahue, 124 pp.
- Dans, S.L., M. Koen-Alonso, E.A. Crespo, S.N. Pedraza & N.A. García. 2003. Interactions between marine mammals and high seas fisheries in Patagonia under an integrated approach. In: N. Gales, M. Hindell & R. Kirkwood (eds.). Marine mammals: fisheries; tourism and management issues. CSIRO Publishing, Victoria, pp. 88-103.
- Dans, S.L., E.A. Crespo, S.N. Pedraza & M. Koen-Alonso. 2004. Recovery of the South American sea

- lion population (*Otaria flavescens*) in northern Patagonia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 61: 1681-1690.
- DeMaster, D.P., C.W. Fowler, S.L. Perry & M.F. Richlin. 2001. Predation and competition: the impact of fisheries on marine-mammal populations over the next one hundred years. *J. Mamm.*, 82: 641-651.
- Di Giacomó, E., J. Calvo, M.R. Perier & E.R. Morriconi. 1993. Spawning aggregations of *Merluccius hubbsi*, in Patagonian waters: evidence for a single stock? *Fish. Res.*, 16: 9-16.
- Dillingham, P.W., J.R. Skalski & K.E. Ryding. 2006. Fine-scale geographic interactions between Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*) trends and local fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 63: 107-119.
- Drago, M., E.A. Crespo, A. Aguilar, L. Cardona, N. García, S.L. Dans & N. Goodall. 2009. Historic change of the diet of the South American sea lion in Patagonia as revealed by isotopic analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 384: 273-286.
- Efron, B. 1979. Bootstrap methods; another look at the jackknife. *Ann. Stat.*, 7: 1-26.
- García-Godos, I. 2001. Patrones morfológicos del otolito *sagitta* de algunos peces óseos del mar peruano. *Inf. Inst. Mar Perú*, 20: 84 pp.
- González, R.A., M. Narvarte & E. Morsan. 2004. Estado de situación de los recursos pesqueros del golfo San Matías, sus pesquerías, especies asociadas y ambiente: informe *ad-hoc* para la evaluación preliminar de las pesquerías marinas de Río Negro con vistas a la certificación de su sustentabilidad. *Inf. Téc. IBMP "Almirante Storni"*, 03/04: 51 pp.
- González, R.A., M.A. Narvarte & M.G. Caille. 2007. An assessment of the sustainability of the hake *Merluccius hubbsi* artisanal fishery in San Matías gulf, Patagonia, Argentina. *Fish. Res.*, 87: 58-67.
- Gosztonyi, A. & L. Kuba. 1996. Atlas de huesos craneales y de la cintura escapular de peces costeros patagónicos. Informe Técnico del plan de manejo integrado de la zona costera patagónica 4, Argentina, 29 pp.
- Grandi, M.F., S.L. Dans & E.A. Crespo. 2008. Social composition and spatial distribution of colonies in an expanding population of South American Sea Lions. *J. Mammal.*, 89: 1218-1228.
- Grandi, M.F., S.L. Dans, N.A. García & E.A. Crespo. 2009. Growth and age at sexual maturity of South American sea lions. *Mamm. Biol.*, 75: 427-436.
- Harwood, J. 1987. Competition between seals and fisheries. *Sci. Progr.*, 71: 429-437.
- Kaschner, K. & D. Pauly. 2005. Competition between marine mammals and fisheries: food for thought. Chapter 8. In: *The state of the animals III: 2005*. The Humane Society of the United States/Humane Society International, pp: 95-117.
- Koen-Alonso, M & P. Yodzis. 2005. Multispecies modelling of some components of the marine community of northern and central Patagonia, Argentina. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 62: 1490-1512.
- Koen-Alonso, M., E.A. Crespo, N.A. García, S.N. Pedraza & M. Coscarella. 1998. Diet of dusky dolphins, *Lagenorhynchus obscurus*, in waters off Patagonia, Argentina. *Fish. Bull.*, 96: 366-374.
- Koen-Alonso, M., E.A. Crespo, S.N. Pedraza, N.A. García & M.A. Coscarella. 2000. Food habits of the South American sea lion, *Otaria flavescens*, off Patagonia, Argentina. *Fish. Bull.*, 98: 250-263.
- Lavigne, D.M. 1995. Ecological interactions between marine mammals, commercial fisheries, and their prey: unraveling the tangled web. *Studies of high-latitude homeotherms in cold oceans systems*. W.A. Montevecchi. Canadian Wildlife Service, Occasional Paper, 16 pp.
- Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology*. John Wiley & Sons, New York, 358 pp.
- Menni, R.C., R.A. Ringuelet & R.A. Aramburu. 1984. *Peces marinos de la Argentina y Uruguay*. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, 359 pp.
- Morissette, L., M.O. Hammill & C. Savenkoff. 2006. The trophic role of marine mammals in the northern gulf of St. Lawrence. *Mar. Mamm. Sci.*, 22: 74-103.
- Northridge, S.P. 1984. World review of interactions between marine mammals and fisheries. *FAO Fish. Pap.*, 251: 190 pp.
- Northridge, S.P. 1991. An updated world review of interactions between marine mammals and fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 251(Suppl. 1): 58 pp.
- Ocampo-Reinaldo, M. 2010. Evaluación pesquera integral de la merluza común (*Merluccius hubbsi* Marini, 1933) del golfo San Matías y efectos de la explotación de esta especie sobre otros componentes de la trama trófica. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 156 pp.
- Ocampo-Reinaldo, M., M. Maggioni, R. González & M. Gavensky. 2008. Campaña recursos demersales 2007 (REDE 2007). Estimación de biomasa y estructura poblacional de merluza común *Merluccius hubbsi* en el golfo San Matías. *Inf. Téc. IBMP "Almirante Storni"* 08/2008: 14 pp.
- Parsons, T.R. 1992. The removal of marine predators by fisheries and the impact of trophic structure. *Mar. Poll. Bull.*, 25: 51-53.
- Pauly, D., A.W. Trites, E. Capuli & V. Christensen. 1998a. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES J. Mar. Sci.*, 55: 467-481.

- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese & F. Torres. 1998b. Fishing down marine food webs. *Science*, 279: 860-863.
- Perier, M.R. & E. Di Giacomo. 2002. El savorín *Seriotelella porosa* como un recurso estacional en el golfo San Matías, República Argentina. *Rev. Invest. Des. Pesq.*, 15: 15-26.
- Petraitis, P.S. 1979. Likelihood measures of niche breadth and overlap. *Ecology*, 60: 703-710.
- Petraitis, P.S. 1985. The relationship between likelihood niche measures and replicated tests for goodness-of-fit. *Ecology*, 66: 1983-1985.
- Pierce, G.J. & P.R. Boyle. 1991. A review of methods for diet analysis in piscivorous marine mammals. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 29: 409-486.
- Pineda, S.E., A. Aubone & N.E. Brunetti. 1996. Identificación y morfometría comparada de las mandíbulas de *Loligo gahi* y *Loligo sanpaulensis* (Cephalopoda, Loliginidae) del Atlántico sudoccidental. *Rev. Invest. Des. Pesq.*, 10: 85-99.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant & I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, blue-fin tuna, and bonito in California waters. *Fish Bull.*, 152: 1-105
- Plagányi, É.E. & D.S. Butterworth. 2002. Competition with fisheries. In: W.F. Perrin, B. Würsig & J.G.M. Thewissen (eds.). *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press, San Diego, pp. 268-273.
- Romero, M.A., R.A. González & M. Ocampo-Reinaldo. 2008a. Patrón temporal en la composición específica de los desembarcos de la pesquería de arrastre demersal del golfo San Matías. *IBMP Ser. Publ.*, 7: 27-37.
- Romero, M.A., R.A. González & M. Ocampo-Reinaldo. 2008b. Análisis histórico de la composición por especie de los desembarcos de la pesquería de arrastre demersal del golfo San Matías: identificación y caracterización de ciclos productivos. *IBMP. Ser. Publ.*, 7: 1-25.
- Romero, M.A., R.A. González & M. Ocampo-Reinaldo. 2010. When conventional fisheries management measures are not effective to reduce the catch and discard of juvenile fish: a case study of Argentine hake trawl fishery in San Matías gulf (Patagonia, Argentina). *N. Am. J. Fish. Manage.*, 30: 702-712.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweeney & C.E. Nauen. 1984. *FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries*. *FAO Fish. Synop.*, 125: 1-277.
- Sardella, N. & J. Timi. 2004. Parasites of Argentine hake in the Argentine Sea: population and infracommunity structure as evidence for host stock discrimination. *J. Fish Biol.*, 65: 1472-1488.
- Smith, E.P. & T.M. Zaret. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology*, 63: 1248-1253.
- Springer, A.M., J.A. Estes, G.B.V. Vliet, T.M. Williams, D.F. Doak, E.M. Danner, K.A. Forney & B. Pfister. 2003. Sequential megafaunal collapse in the North Pacific Ocean: an ongoing legacy of industrial whaling? *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 100: 12223-12228.
- Volpedo, A.V. & D.D. Echevarría. 2000. Catálogo y claves de otolitos para la identificación de peces del mar Argentino. 1. Peces de importancia económica. Editorial Dunke, Buenos Aires, 88 pp.
- Wickens, P.A., D.W. Japp, P.A. Shelton, F. Kriel, P.C. Goosen, B. Rose, C.J. Augustyn, C.A.R. Bross, A.J. Penney & R.G. Krohn. 1992. Seals and fisheries in South Africa-competition and conflict. En: A.I.L. Payne, K.H. Brink, R. Hilborn (ed.). *Benguela trophic functioning*. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 12: 773-789.
- Yodzis, P. 1988. The indeterminacy of ecological interactions, as perceived through perturbation experiments. *Ecology*, 69: 508-515.
- Yodzis, P. 1998. Local trophodynamics and the interaction of marine mammals and fisheries in the Benguela ecosystem. *J. Anim. Ecol.*, 67: 635-658.
- Yodzis, P. 2000. Diffuse effects in food webs. *Ecology*, 81: 261-266.
- Yodzis, P. 2001. Must top predators be culled for the sake of fisheries? *Trends. Ecol. Evol.*, 16: 78-84.

Received: 18 November 2010; Accepted: 30 May 2011